

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI BAHAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN
SIFAT MEKANIS KOPLING GESEK SEPEDA MOTOR DENGAN
BAHAN DASAR *FIBERGLASS*, SERBUK ALUMINIUM, SERBUK
TEMBAGA DAN RESIN *PHENOLIC***



Makalah Seminar Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat
untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir
pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

RAHMAT KUSUMA
NIM : D 200 07 0068

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
OKTOBER 2012**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul berjudul “PENGARUH VARIASI BAHAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT MEKANIS KOPLING GESEK SEPEDA MOTOR DENGAN BAHAN DASAR *FIBERGLASS*, SERBUK ALUMINIUM, SERBUK TEMBAGA DAN RESIN *PHENOLIC*”, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Rahmat Kusuma**

NIM : **D 200 07 0068**

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

✓ Rabu
31/10/2012

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT

Anggota 1 : Ir. Agus Haryanto, MT

Anggota 2 : Ir. Bibit Sugito, MT



Dekan,

Ir. Agus Riyanto, MT

Ketua Jurusan,

Ir. Sartono Putro, MT

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Bismillahirrahmanirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya

Nama : Rahmat Kusuma
NIM/NIK/NIP : D 200070068
Fakultas/Jurusan : Teknik/Mesin
Jenis : Tugas Akhir
Judul : Pengaruh Variasi Bahan Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Mekanis Kopling Gesek Sepeda Motor Dengan Bahan Dasar *Fiberglass*, Serbuk Alumunium, Serbuk Tembaga Dan Resin Phenolic.

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikan, serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Surakarta, 25 Febuari 2013

Yang Menyatakan



(Rahmat Kusuma)

PENGARUH VARIASI BAHAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT MEKANIS KOPLING GESEK SEPEDA MOTOR DENGAN BAHAN DASAR *FIBERGLASS*, SERBUK ALUMINIUM, SERBUK TEMBAGA DAN RESIN *PHENOLIC*

Rahmat Kusuma, Pramuko Ilmu Purboputro, Agus Hariyanto

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosuro

email : rahmat.kusuma17@yahoo.com

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan dengan menggunakan fraksi berat serbuk aluminium, serbuk tembaga, fiberglass dan resin phenolic terhadap keausan, kekerasan dan foto makro dari specimen kampas kopling dan membandingkannya dengan kampas kopling Suzuki Genuine Part (SGP).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk aluminium, serbuk tembaga, fiberglass, dan resin phenolic. Kemudian dalam pembuatan dilakukan proses kompaksi dengan gaya sebesar 4 Ton dan ditahan selama 60 menit. Setelah mencapai holding time yang diinginkan, dies (cetakan) dimasukkan kedalam oven dan dilakukan proses sintering dengan suhu 80⁰ C selama 40 menit dan specimen dikeluarkan dari cetakan. Setelah didapat tiga specimen kampas kopling variasi serbuk aluminium, serbuk tembaga, dan fiberglass lalu dilakukan proses pengujian kekerasan Brinell dengan standar ASTM F 1957-99 dan pengujian keausan dengan standar ASTM D 3702-94 kemudian dilakukan foto makro untuk melihat kepadatan dan sifat masing-masing bahan penyusun specimen kampas kopling.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa komposisi bahan dengan fraksi berat serbuk aluminium sebesar 40 %, serbuk tembaga sebesar 20 %, fiberglass 20 % dan resin phenolic 20% didapat harga kekerasan 4,098 kg/mm², harga keausan uji kering sebesar 0,14 mm/jm dan harga keausan uji basah pengaruh oli sebesar 0,19 mm/jm. Sehingga mendekati harga kampas kopling SGP dengan harga kekerasan 3,974 kg/mm², harga keausan uji kering sebesar 0,15 mm/jm dan harga keausan uji basah pengaruh oli sebesar 0,20 mm/jm.

Kata kunci : kampas kopling, serbuk aluminium, serbuk tembaga, fiberglass, kekerasan, keausan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangat berkembang cepat dan berpengaruh serta berdampak baik bagi perkembangan kehidupan manusia maka dorongan untuk membuat produk material otomotif yang ekonomis, berkualitas, ramah lingkungan dan dapat diterima oleh pasar juga semakin tinggi. Secara garis besar serat yang digunakan untuk memfabrikasi bahan gesek kampas kopling dapat diklasifikasikan menjadi serat asbes dan non asbes. (Liu, dkk, 2006).

Kampas kopling sepeda motor pada umumnya terbuat dari bahan asbestos dengan unsur-unsur penambah lainnya. Serat asbes mulai ditinggalkan karena dapat menyebabkan penyakit kanker. Bagi pekerja di Industri Kampas kopling dapat dibuat dengan memanfaatkan serat gelas (*fiberglass*) sebagai penguatnya dan campuran resin *phenolic*, serbuk tembaga, serbuk alumunium, karbon, barium dan lainnya sebagai matriksnya. Selain ramah lingkungan, pemanfaatan serat gelas (*fiberglass*) dalam pembuatan kampas kopling memiliki kelebihan dalam hal harga produksinya yang lebih murah dibandingkan kampas kopling berbahan *asbestos*. (Kurt. Dkk, 2005)

Dengan demikian diperlukan penelitian bagaimana membuat kampas kopling dengan unsur-unsur bahan yang ramah lingkungan dengan harga yang terjangkau, tingkat keausan yang tinggi karena kampas kopling harus memiliki daya tahan panas yang tinggi. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan

penelitian bagaimana membuat formula/campuran bahan-bahan selain asbes dengan komposisi bahan yang baik, proses pengepresan (pencetakan) dengan tekanan tertentu, dan proses *sintering*. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui koefisien gesek, kekerasan kampas, dan sifat fisik setelah pengujian dengan struktur mikro dan didapat hasilnya yang dapat dijadikan acuan untuk pembuatan kampas kopling yang sesuai standar dipasaran sekarang ini.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui harga keausan kampas kopling variasi komposisi *fiberglass*, serbuk alumunium dan serbuk tembaga dibanding kampas SGP dengan alat uji gesek menggunakan standar ASTM D 3702-94.
2. Mengetahui harga kekerasan kampas kopling dengan bahan non asbes berserat *fiberglass*, alumunium dan tembaga dibanding dengan kampas kopling SGP dengan menggunakan standar ASTM F 1957-99.
3. Mengetahui komposisi bahan kampas kopling sesudah pengujian kekerasan dengan foto makro.

Batasan Masalah

1. Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan kampas kopling non asbes ini adalah serbuk Alumunium, serbuk Tembaga dengan ukuran mesh 60, *Fiberglass* dengan bentuk serat pendek, dengan panjang 2 mm. Sedangkan bahan pengikat digunakan resin *Phenolic* dengan tipe R-802 EX-1.

2. Perbandingan komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan kampas kopling menggunakan fraksi berat :

- a. 40% alumunium + 20% tembaga + 20% *fiberglass* + 20% resin *penolic*
- b. 30% alumunium + 30% tembaga + 20% *fiberglass* + 20% resin *penolic*
- c. 20% alumunium + 40% tembaga + 20% *fiberglass* + 20% resin *penolic*

3. Pengujian yang dilakukan adalah :

- a. Uji gesek. (standar ASTM D 3702-94).
- b. Uji kekerasan metode *Brinell* (standar ASTM F 1957-99)
- c. Foto makro.

Tinjauan Pustaka

Sukiswo, dkk, (2011), dalam penelitiannya tentang sifat mekanik bahan gesek rem komposit diperkuat *fiberglass*. Variasi bahan yang digunakan adalah *fiberglass*, serbuk baja, serbuk tembaga dan resin *phenolic*. Sedangkan alat pembuatan kampas terdiri dari timbangan digital, mesin press dan oven. Metode pembuatan kampas yaitu pencampuran semua bahan penyusun dengan menggunakan blender, setelah itu masukan semua bahan ke dalam cetakan, selanjutnya dipres menggunakan mesin press selama 3 jam dan tekanan yang diterapkan 4ton. Sesudah itu, spesimen dipanasi dengan proses *curing* pada 200°C selama 4 jam. Kekerasan *Brinell*, kekuatan tarik maksimum dan ketahanan aus ditemukan secara berurutan dalam jangkauan antara 18,7-37,4 kg/mm², 0,021- 0,036 ton, dan 1,3 ex –11-4,2 exp-11 m²/N. Ini membuktikan bahwa *fiberglass* dapat digunakan untuk mengganti serat asbes di dalam pembuatan bahan gesek,

sehingga dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan serat asbes dapat dihindari.

Sasmito, D.P, (2012), pembuatan kampas rem non-asbes dengan bahan yaitu *fiberglass*, tembaga, alumunium, kuningan, graphite, kalsium karbonat, barium sulfat, serbuk silika dan resin *riposy*+katalis. Setelah itu mencampur bahan kampas rem sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Kemudian kampas rem di beri tekanan dengan cara dipress dengan beban 2 ton selama 25 menit kemudian dipanaskan (*sinter*) dengan suhu 80 °C selama 25 menit. Setelah spesimen jadi kemudian diuji gesek dengan beban 18 kg selama 3 jam dengan uji kering, penyemprotan air, air laut, oli, minyak rem dan diukur keausan, suhu kampas rem, dan diuji kekerasan *Brinell* dengan gaya 613 Newton.

Dari Hasil penelitian keausan, kekerasan dan waktu pengereman didapat data yang menunjukan bahwa kampas rem variasi tembaga 6 gram lebih baik dari pada variasi tembaga 4 gram dan 6 gram dan kampas yamaha lebih tahan aus dari kampas rem variasi tembaga . Waktu pengereman lebih unggul kampas rem variasi tembaga daripada kampas rem yamaha. Nilai kekerasan kampas rem dengan variasi tembaga yaitu sebesar 10.321 HB sedangkan kampas rem yamaha part yaitu sebesar 12.487 HB .

LANDASAN TEORI

1. Komposit

Kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* ini berasal dari kata kerja *to compose* yang berarti menyusun

atau menggabung Jadi definisi komposit dalam lingkup ilmu material adalah gabungan dua buah material atau lebih yang digabung pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat, ini berbeda dengan *alloy* (paduan) yang digabung secara mikroskopis. Pada material komposit sifat unsur pendukungnya masih terlihat dengan jelas, sedangkan pada *alloy* (paduan) sudah tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya. Keunggulan dari material komposit ini adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya tersebut. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada material penyusunnya. (Gibson, R.F, 1994).

3. Fiberglass

Fiberglass (serat kaca) adalah bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Serat *Fiberglass* mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, yaitu ringan, mudah dibentuk, dan murah. Serat kaca atau *fiberglass* adalah Kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005 mm - 0,01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai badan mobil dan bangunan kapal. *Fiberglass* juga digunakan sebagai agen penguat untuk banyak produk plastik, material komposit yang dihasilkan dikenal sebagai plastik diperkuat-gelas (*glass-reinforced*

plastic, GRP) atau *epoxy* diperkuat *glass-fiber* (GRE), disebut *fiberglass* dalam penggunaan umumnya. (Lubin, G. Dkk, 1975)

4. Metalurgi serbuk

Metode metalurgi serbuk adalah proses pembuatan komposit kanvas kopling, yaitu dengan cara mencampurkan serbuk logam sebagai matrik dengan plastik dan Serabut kelapa sebagai serat serta penambahan resin atau *epoxy* sebagai pengikat, kemudian diaduk hingga diperoleh campuran homogen. Campuran tersebut kemudian dikompaksi dengan tekanan tertentu sehingga dihasilkan bentuk padat yang disebut *green body*. *Green body* hasil kompaksi telah terbentuk dilakukan proses sinter (dipanaskan pada temperatur tertentu) sehingga akan terjadi pengikatan pada campuran homogen tersebut dan menjadi kompak dan padat. Dengan metode ini dapat memberikan keuntungan antara lain: kekuatan yang tinggi, ketahanan aus yang baik, dan stabilitas dimensi yang baik sehingga didapatkan kanvas kopling yang baik pula. (German, 1984).

5. Mesh

Pengertian mesh adalah, besarnya partikel yang masuk ke lubang yang berukuran 1 inch persegi. Ukuran serbuk dapat diketahui dengan melakukan pengukuran serbuk. Untuk menganalisa ukuran partikel, teknik yang digunakan adalah teknik screening. Partikel yang lolos dari screen adalah partikel yang lebih kecil dan partikel yang tertinggal adalah partikel yang lebih besar. Satuan metode ini adalah mesh. Tabel standar mesh dapat

dilihat pada tabel 2.1 (German, 1984).

Tabel 1. Standar Mesh. (German, 1984).

Ukuran Mesh	Bukaan (μm)	Ukuran Mesh	Bukaan (μm)
18	1000	100	150
20	850	120	125
25	710	140	106
30	600	170	90
35	500	200	75
40	425	230	63
45	355	270	53
50	300	325	45
60	250	400	38
70	212	450	32
80	180	500	25
		600	20

6. Serbuk Tembaga

Serbuk tembaga merupakan salah satu bahan logam yang digunakan untuk membuat komponen otomotif, elektronika dan juga sebagai bahan untuk produk cat yang bersifat konduktif. Dalam industri otomotif dan elektronika, pembuatan komponen dari serbuk tembaga dilakukan dengan teknologi metalurgi serbuk, dimana proses metalurgi serbuk terdiri dari tahapan – tahapan *mixing*, *compacting* dan *sintering*. Mesh pada serbuk tembaga ini menggunakan ukuran 60 yang disaring dengan alat *sieve machine*. Dengan menggunakan teknologi tekan (*pressing*) yang dilanjutkan dengan *sintering* pada temperature tinggi, serbuk tembaga dapat dibuat menjadi sintered porous bearing, komponen pemesinan, friction material untuk rem, dan lain-lain. (Surdia, T.dkk, 1995).

7. Serbuk Alumunium

Alumunium ditemukan oleh sir Humphrey davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H.C. Oersted pada tahun 1825 merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya sebagai logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dan sebagainya secara satu persatu atau bersama-sama. Penambahan unsur tersebut juga memberikan sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus dan koefisien pemuaian rendah. (Surdia, T. dkk, 1995).

8. Matrik

Matrik memegang peran penting sebagai pengikat serat, transfer beban dan pendukung serat. Pada komposit serat (*Fibrous Composites*) matriks yang digunakan adalah *resin* (plastik yang berfasa cair). Matriks harus memiliki perpanjangan saat patah yang lebih besar dibanding perpanjangan saat patah serat. (Kenneth G, 1999).

Bahan matrik yang sering digunakan dalam komposit antara lain: (Kenneth G, 1999).

1. Termoset

Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur-ulang/dicetak lagi. Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul-molekulnya . Misalnya : *resin alkid*, *fenolik*, *poliester*, *epoksi*, *poliuretana (PU)*, *melamin* dan *urea formaldehid (UF)*

2. Thermoplastic

Jenis plastik yang menjadi lunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan dan proses ini bisa dilakukan berulang kali. Nama termoplastik diperoleh dari sifat plastik ini yang bisa dibentuk ulang dengan proses pemanasan. Misalnya: *poliamid (nilon)*, *poliasetal*, *polietilen*, *polivinil klorida (PVC)*.

3. Resin Elastomer

Resin elastomer adalah resin yang mempunyai sifat elastik di mana dimensinya boleh berubah apabila dikenakan daya tegangan.

9. Resin *Phenolic* (*Ripoxy Vinylester R-EX-1*)

Secara umum resin *Phenolic* adalah termasuk dalam resin Termoset yang dikembangkan oleh showa highpolymer, berdasarkan teknologinya sendiri dipertengahan tahun 1960 an. Umumnya disebut *vinylester resin* dan lebih khususnya *epoxy crylate resin*. Resin *Phenolic* dikembangkan untuk memperbaiki karakteristik yang sulit untuk *curing* (mengeras). Resin *Phenolic* biasanya berbentuk dalam bentuk larutan *styrene* atau *acryl*. Tidak seperti *polyesterresin Phenolic* dapat dikeraskan melalui dengan mengencerkan monomer-monomer reaktif selain *styrene monomer*, karena bagian utamanya pada kelompok reaktif terdiri dari radikal-radikal *acylate* atau *methacrylate*. Penerapan *phenolic* meluas karena ini *curabe* (dapat mengeras) tanpa monometer reaktif apapun. (Kenneth G,1999).

Adapun spesifikasi teknisnya adalah sebagai berikut: (Kenneth G,1999).

1. Massa jenis :1,15 gram/cm³
2. Modulus young :3,0 GPa
3. Kekuatan tarik :50 GPa

10. Fraksi Berat

Pada penelitian ini digunakan fraksi berat sebagai acuan pencampuran bahan dari komposisi kampas kopling. Fraksi berat adalah perbandingan antara berat material penyusun dengan berat komposit. Fraksi berat material penyusun dapat dihitung dengan persamaan: (Gibson, 1994).

$$W_f = \frac{\rho_f \cdot V_f}{\rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m} \times 100\% \dots (1)$$

dimana:

- W_f : fraksi berat. (%)
 ρ_f : Berat jenis fiber. (gr/cm³)
 V_f : Volume fiber. (cm³)
 ρ_m : Berat jenis matrik. (gr/cm³)
 V_m : Volume matrik. (cm³)

11. Proses kompaksi

Kompaksi merupakan proses pemampatan serbuk material dalam *dies* (cetakan) dengan gaya tekan dari mesin kompaksi dan besarnya gaya tekan sesuai ketentuan dalam penelitian yang dilakukan, kompaksi mempunyai tujuan untuk mendapatkan *green body* dari spesimen benda uji yang dihasilkan dari campuran homogen tersebut. Proses pemampatan adalah suatu proses mesin yang memberikan gaya penekanan *uniaksial*. (German, 1984).

12. Proses sintering

Istilah *sintering* berasal dari bahasa jerman, "*sinter*" dalam bahasa inggris berasal dengan kata "*cinder*" yang berarti bara. *Sintering* merupakan metode pembuatan material dari serbuk dengan pemanasan sehingga terbentuk

ikatan partikel pada suhu tinggi. *Sintering* adalah pengikatan bersama antar partikel pada suhu tinggi. *Sintering* dapat terjadi dibawah suhu leleh (*melting point*) dengan melibatkan *transfer atomic* pada kondisi padat. (German, 1984).

13. Pengujian Keerasan *Brinell*

Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh J.A. *Brinell* pada tahun 1900. Pengujian kekerasan dilakukan dengan memakai bola baja yang diperkeras (*hardened steel ball*) dengan beban dan waktu indentasi tertentu. Hasil penekanan adalah jejak berbentuk lingkaran bulat, yang harus dihitung diameternya dibawah mikroskop khusus pengukur jejak. Pengukuran nilai kekerasan suatu material diberikan oleh rumus: (Van Vliet, G. L. T, dkk, 1984)

$$BHN = \frac{2p}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots (3)$$

dimana :

BHN : adalah harga kekerasan spesifik (Kg/mm²)
P : adalah beban (Kg)
D : diameter indentor (mm)
d : diameter jejak (mm).

14. Keausan

Keausan umumnya didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan sebagai suatu hasil pergerakan relative antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya. (Kenneth G, 1999).

Untuk mengetahui harga keausan menggunakan rumus dengan mengacu standar ASTM D 3702-94 yaitu :

$$WR = \frac{(X1a + b + c + d) - (X2a + b + c + d)}{4 \cdot T} \quad (4)$$

dimana :

WR : keausan

X1 : tebal awal (mm)

X2 : tebal akhir (mm)

T : durasi (jam)

15. Koefisien Gesek

Gesekan adalah suatu pergeseran duabenda yang bersentuhan. Koefisien gesek disimbolkan dengan huruf Yunani μ , yaitu suatu skala dimensional bernilai kecil yang menjelaskan perbandingan gaya gesek antara dua bagian dan gaya tekan keduanya. (Niemann, G, 1981).

Rumus koefisien gesek dasar (μ) :

$$\mu = \frac{F}{N} \dots \dots \dots (5)$$

F = gaya gesek (Newton)

N = gaya normal (Newton)

Rumus koefisien gesekpada uji kampas kopling:

$$\mu = \left[\frac{3}{2} \right] \left[\frac{T}{p\pi(r_o^3 - r_i^3)\eta} \right] \dots \dots \dots (6)$$

T = Torsi (kg.mm)

p = Tekanan (kg/mm²)

r_o= Radius injakan kampas kopling(mm)

r_i=Radius luar injakan kampas kopling (mm)

η = Efisiensi luas kampas kopling

dimana torsi (T) diperoleh dengan rumus :

$$T = \frac{P}{\omega} \dots \dots \dots (7)$$

P = Daya (watt)

P = V.I

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)
 ω = Omega

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$
 n = Putaran (rpm)

dimana tekanan (p) diperoleh dengan rumus :

$$p = \frac{F}{\pi(r_o^2 - r_i^2)}$$

F = Gaya (kg)

dimana efisiensi luas² (η) diperoleh dengan rumus :

$$\eta = \frac{A \times \text{jumlah kampas}}{\pi(r_o^2 - r_i^2)}$$

A = Luasan kampas (mm²)

16. Kopling Plat Banyak

Prinsip Kerja Kopling Plat Banyak

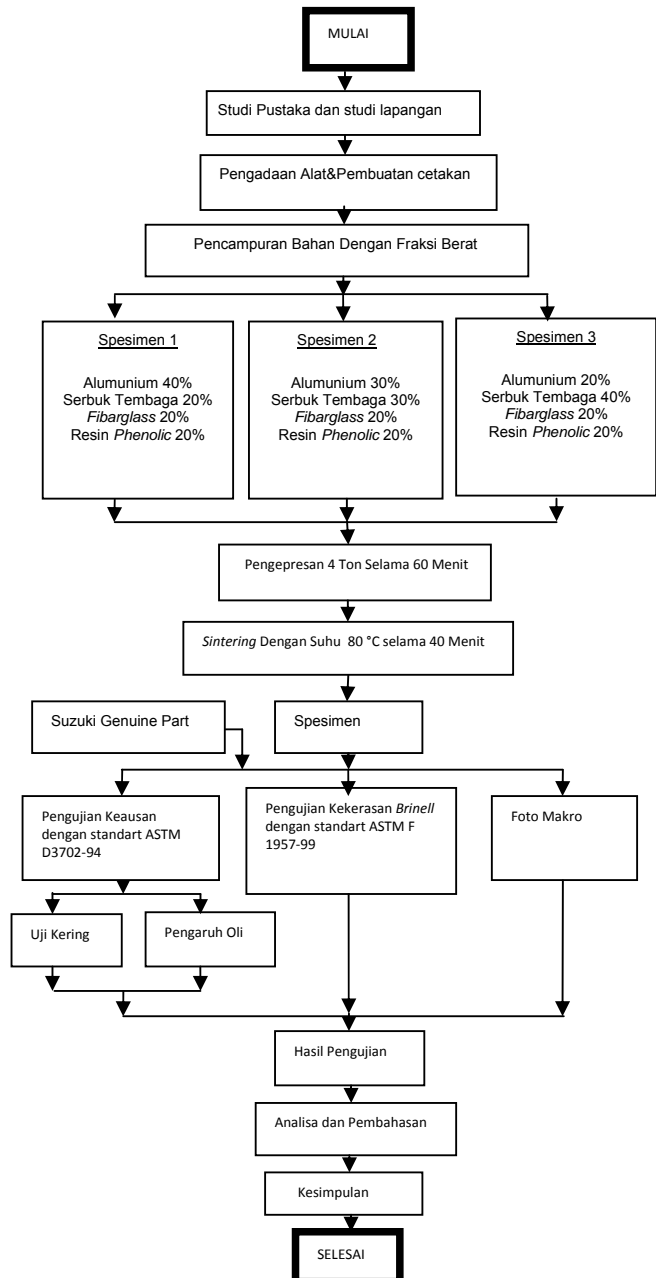
Kopling plat banyak termasuk kopling tidak tetap, yaitu suatu elemen yang menghubungkan poros yang digerakkan dan penggerak dengan putaran yang sama dalam meneruskan daya serta dapat melepaskan hubungan dua poros tersebut baik dalam keadaan berputar atau diam. Sehingga pembebanan yang berlebihan pada poros penggerak waktu digerakkan dapat dikurangi. Mekanisme kopling adalah sebagai berikut :

Rumah kopling dalam keadaan berputar, apabila poros penekan tidak menekan maka plat tekan akan tertarik sehingga pegas akan mengembang dan menyebabkan plat gesek dan plat kopling saling berhubungan dan membuat kopling pusat serta poros utama yang terdapat pasak akan ikut berputar serta menyalurkan daya. Dan apabila penekan menekan, maka plat akan terdorong dan pegas akan menyusut sehingga plat gesek dan plat kopling tidak berhubungan

yang akan menyebabkan kopling pusat serta poros utama juga tidak berputar. (Suga, K. Dkk, 1997)

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mencari referensi yang terkait dengan pembuatan kampas kopling baik studi pustaka dan studi lapangan.
2. Mempersiapkan alat dan membuat cetakan kampas kopling.
3. Mempersiapkan bahan antara lain serbuk Almunium, serbuk tembaga, *Fiberglass*, resin *phenolic* dan kampas kopling SGP (Suzuki genuine part) yang digunakan untuk pembanding.
4. Pencampuran semua bahan dengan komposisi variasi yang telah ditentukan dengan menggunakan fraksi berat yaitu :
 - a. 40% almunium + 20% tembaga + 20% *fiberglass* + 20% resin *penolic*
 - b. 30% almunium + 30% tembaga + 20% *fiberglass* + 20% resin *penolic*
 - c. 20% almunium + 40% tembaga + 20% *fiberglass* + 20% resin *penolic*
5. Proses pengepresan spesimen dengan tekanan 4 ton dalam waktu 60 menit.
6. Dilakukan proses sintering dengan suhu 80⁰ selama 40 menit.
7. Setelah semua spesimen jadi proses selanjutnya pengujian keausan kering dan keausan yang diberi oli dengan standart ASTM D3702-94.
8. Pengujian kekerasan Brinell dengan standart ASTM F 1957-99.

9. Foto makro semua spesimen yang telah diuji.

10. Hasil pengujian dianalisis, dibahas dan kemudian ditarik kesimpulan.

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah :

- a. Serbuk Almunium.
- b. Serbuk Tembaga.
- c. Resin *Phnolic* dan katalis
- d. *Fiberglass*.
- e. Dexton Plastic Stell Epoxy
- f. Plat Kampas

Peralatan yang digunakan

Alat yang digunakan untuk membuat kampas kopling adalah :

- a. MBT Sieve Shaker AG – 515 sebagai alat penyaring
- b. Timbangan (Berat Digital)
- c. Cetakan (*Dies*)
- d. Gelas dan sendok.
- e. Mesin press
- f. Oven
- g. Infrared Thermometer
- h. *Digital Tachometer*
- i. Clamp Meter
- j. *Vernier Caliper*

Instalasi Pengujian

- a. Alat Uji Kekerasan



Gambar 2. Alat Uji Kekerasan Brinell

b. Alat Uji Gesek



Gambar 3. Alat Pengujian Gesek

c. Alat uji foto mikro



Gambar 4. Alat *Inverted Metalurgy Microscope*

d. Spesimen Uji



Spesimen 1



Spesimen 2



Spsimen 3

Gambar 5. contoh kampas.

Rancangan Analisis Data

Analisis data yang akan dilakukan berdasarkan dari hasil pengujian dengan membandingkan harga kekerasan dan keausan dari ketiga sampel yang telah diuji, kemudian hasil yang digunakan adalah rata-rata dari ketiga sampel yang telah diuji. Setelah diketahui hasil dari setiap sampel, kemudian dimasukkan kedalam tabel dan dibuat grafik histogram sehingga dapat dilihat dengan mudah perbedaan dari ketiga sampel tersebut.

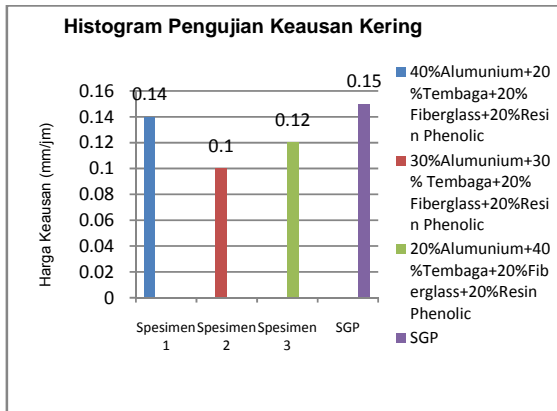
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Hasil Pengujian Keausan

a. Hasil Pengujian Keausan Kering

Table 2. Hasil Penelitian Keausan kering

No	Kampas kopling uji keausan kering	Keausan Rata-rata (mm/jm)
1	Spesimen 1	0,14
2	Spesimen 2	0,10
3	Spesimen 3	0,12
4	Suzuki Genuine Part (SGP)	0,15



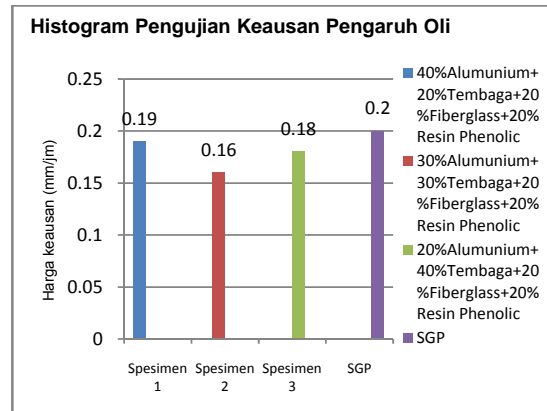
Gambar 6. Histogram Hasil Pengujian Keausan kering

Dari gambar histogram 6, pengujian kering dengan beban 15 kg selama 1 jam maka didapat harga keausan spesimen 1 sebesar 0,14 mm/jm, spesimen 2 sebesar 0,10 mm/jm, spesimen 3 sebesar 0,12 mm/jm dan SGP sebesar 0,15 mm/jm. Dari semua pengujian kering paling rendah tingkat keausannya yaitu pada spesimen kampas 2 dan harga keausan yang mendekati kampas SGP adalah kampas 1.

b. Hasil Pengujian Keausan Pengaruh Oli

Tabel 3. Hasil Penelitian Keausan Pengaruh Oli

No	Kampas kopling uji keausan pengaruh oli	Keausan Rata-rata (mm/jm)
1	Spesimen 1	0,19
2	Spesimen 2	0,16
3	Spesimen 3	0,18
4	Suzuki Genuine Part (SGP)	0,20



Gambar 7. Histogram Hasil uji Keausan Pengaruh Oli

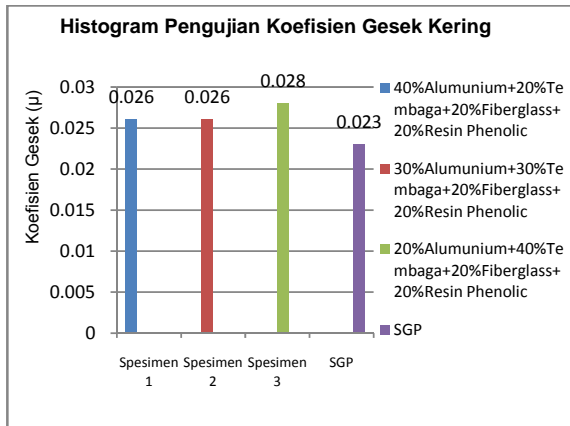
Dari gambar histogram 7, pengujian yang diberi oli dengan beban 15 kg selama 1 jm maka didapat harga keausan spesimen 1 sebesar 0,19 mm/jm, spesimen 2 sebesar 0,16 mm/jm, spesimen 3 sebesar 0,18 mm/jm dan SGP sebesar 0,20 mm/jm. Dari semua pengujian oli paling rendah tingkat keausannya yaitu pada kampas 2 dan harga keausan yang mendekati kampas SGP adalah kampas 1.

2. Data Hasil Pengujian Gesek

a. Hasil Pengujian Gesek Kering

Tabel 4. Hasil Penelitian Koefisien Gesek (μ)

no	Kampas kopling koefisien gesek kering	Keausan (μ)
1	Spesimen 1	0,026
2	Spesimen 2	0,026
3	Spesimen 3	0,028
4	Suzuki Genuine Part (SGP)	0,023



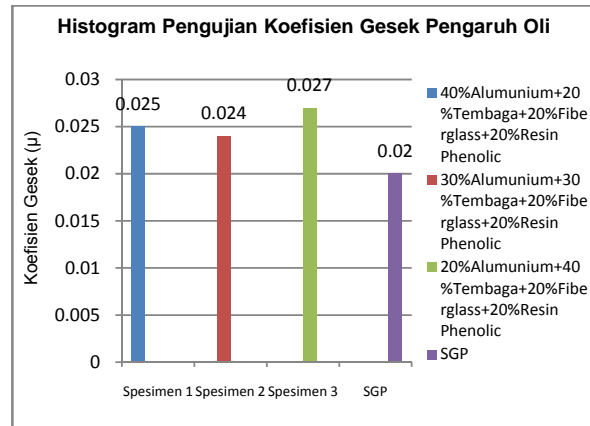
Gambar 8. Histogram Hasil koefisien gesek kering

Dari gambar histogram 8 pengujian koefisien gesek kering maka didapat koefisien gesek spesimen 1 sebesar 0,026 ,spesimen 2 sebesar 0,026 ,spesimen 3 sebesar 0,028 dan SGP sebesar 0,023. Dari semua pengujian koefisien gesek kering yang paling rendah adalah kampas SGP.

b. Hasil Pengujian Gesek Pengaruh Oli

Tabel 5. Hasil penelitian Koefisien Gesek (μ) oli

	Kampas kopling koefisien gesek pengaruh oli	Koefisien (μ)
1	Spesimen 1	0,025
2	Spesimen 2	0,024
3	Spesimen 3	0,027
4	Suzuki Genuine Part (SGP)	0,020



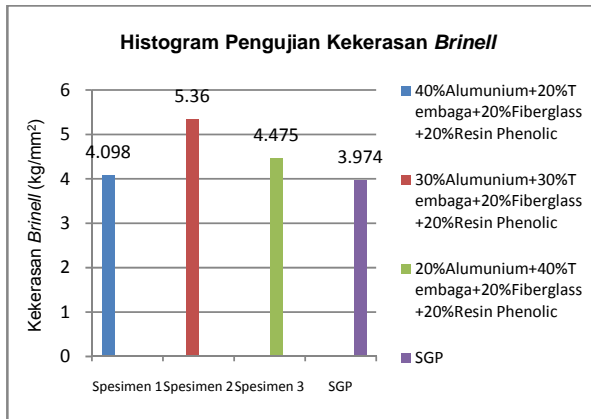
Gambar 9. Histogram Hasil koefisien gesek oli

Dari grafik Histogram 9, pengujian koefisien gesek oli maka didapat harga koefisien gesek spesimen 1 sebesar 0.025, spesimen 2 sebesar 0.024, spesimen 3 sebesar 0.027 dan kampas SGP sebesar 0.020. dari pengujian koefisien gesek oli yang paling rendah adalah kampas SGP.

3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Brinell

Tabel 6. Hasil Pengujian *Brinell*

No spesimen	D(mm) diameter penetrator	d1	d2	d3	d rata-rata	d(mm) diameter injakan	HB (Kg/mm ²)
1	2,5	30	20	29	29,666	1,977	4,098
2	2,5	25	28	27	26,666	1,777	5,360
3	2,5	30	28	28	28,666	1,911	4,475
SGP	2,5	30	30	30	30	2,00	3,974



Gambar 10. Histogram Hasil uji kekerasan

Dari pengujian kekerasan brinell dengan tekanan 153,2 N di dapat nilai kekerasan kanvas kopling spesimen 1 sebesar 4,098 HB, kanvas kopling spesimen 2 sebesar 5,360HB, kanvas kopling spesimen 3 sebesar 4,475 HB, dan kanvas SGP sebesar 3,974HB. Dari semua pengujian kekerasan Brinell nilai yang paling keras adalah kanvas spesimen 2. Dilihat dari besarnya nilai kekerasan Brinell (BHN), kanvas kopling spesimen 1,2 dan 3 mempunyai nilai kekerasan yang lebih besar dari pada kanvas kopling SGP dikarenakan semakin banyak kandungan berat logam semakin menambah nilai kekerasan dari kanvas kopling, campuran variasi bahan yang digunakan pada kanvas spesimen 1, 2 dan 3 adalah serbuk alumunium dan serbuk tembaga sehingga lebih keras dari kanvas kopling SGP.

4. Hasil Foto Makro Spesimen

- Foto makro1 (40% serbuk Alumunium, 20% serbuk tembaga, 20% fiberglass dan 20% resin phenolic)



Gambar 11. Foto Makro Spesimen 1

- Foto makro 2 (30% serbuk alumunium, 30% serbuk tembaga, 20% fiberglass dan 20% resin phenolic)



Gambar 12. Foto Makro Spesimen 2

- Foto makro3 (20% serbuk alumunium, 40% serbuk tembaga, 20% fiberglass dan 20% resin phenolic)



Gambar 13. Foto Makro Spesimen 3

Keterangan:

1. Alumunium
2. Tembaga
3. Fiberglass
4. Resin Phenolic

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian spesimen kampas kopling yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Dari data hasil pengujian keausan, pada variasi kampas 1, 2 dan 3 yang terdiri dari bahan *fiberglass*, serbuk alumunium dan serbuk tembaga didapat harga keausan uji kering kampas 1 sebesar 0,14 mm/jm, kampas 2 sebesar 0,10 mm/jm, kampas 3 sebesar 0,12 mm/jm dan kampas SGP sebesar 0,15 mm/jm. Uji keausan dengan oli didapat harga keausan kampas 1 sebesar 0,19 mm/jm, kampas 2 sebesar 0,16 mm/jm, kampas 3 sebesar 0,18 mm/jm dan kampas SGP sebesar 0,20 mm/jm. Jadi dari spesimen kampas 1, 2 dan 3 yang paling baik diaplikasikan pada sepeda motor yaitu spesimen kampas 1 karena harga keausannya hampir sama dengan kampas SGP.
2. Harga kekerasan kampas kopling non asbes berbahan *fiberglass* variasi serbuk alumunium dan serbuk tembaga dari sampel 1, 2 dan 3 semua lebih tinggi dibandingkan dengan kampas kopling SGP, yaitu dengan harga kampas 1 sebesar 4,098 kg/mm², kampas 2 sebesar 5,360 kg/mm², kampas 3 sebesar 4,475 kg/mm² dan kampas SGP hanya 3,974 kg/mm² dikarenakan bahan penyusun kampas terdiri dari bahan yang berkarakter keras. Dan nilai harga kekerasan yang mendekati kampas SGP yaitu spesimen kampas 1.
3. Campuran yang homogen dapat menyebabkan perbedaan harga kekerasan dimana campuran yang

homogen akan terlihat lebih rapat, merata dan lebih tinggi harga kekerasannya. Kerapatan suatu specimen dapat dilihat dari struktur foto makro yaitu meratanya bahan penyusun kampas.

Saran

Setelah penulis melakukan penelitian ini, ada beberapa saran untuk mengembangkan penelitian-penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Persiapan sebelum proses pembuatan kampas kopling hendaknya benar-benar matang, baik mengenai alat-alat yang akan dipakai, *dies* (cetakan) yang ukurannya telah benar-benar sesuai dengan yang diharapkan agar specimen yang dihasilkan lebih bagus.
2. Proses pencampuran bahan harus dilakukan dengan teliti dan dipastikan campuran telah tercampur merata. Hal ini akan berpengaruh terhadap harga kekerasan maupun keausan kampas dan dapat terlihat setelah dilakukan foto mikro.
3. Pembuatan specimen yang lebih banyak dengan variasi yang beragam akan lebih memudahkan dalam pengamatan hasil pengujian kampas. Dan dapat meningkatkan kualitas specimen yang dibuat.